

Docket No.: 63979-027

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Gaku SUGAHARA, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: July 03, 2003

Examiner:

For: NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND FABRICATING METHOD THEREOF

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

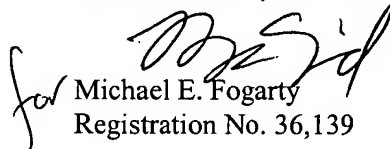
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-011337, filed January 21, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

for  #46,692
Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 3, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

63979-027
July 3, 2003
SUGAHARA et al.

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 1月21日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-011337

[ST.10/C]:

[JP 2002-011337]

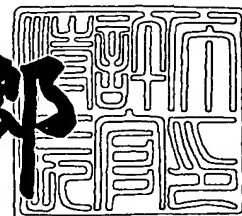
出 願 人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 3月 7日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3014137

【書類名】 特許願

【整理番号】 2030230094

【提出日】 平成14年 1月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 菅原 岳

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 長谷川 義晃

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 石橋 明彦

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 横川 俊哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化物半導体素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第一の伝導型の III-V 族窒化物半導体層とその上部の第二の伝導型の III-V 族窒化物半導体層を有する積層構造を形成した基板に対して、前記第二の伝導型の半導体層の一部をエッチングして、リッジストライプを形成する第一のエッチング工程と、前記第一の伝導型の半導体層を露出させる第二のエッチング工程により、基板表面に凹凸を形成した後、基板表面に埋め込み絶縁膜を形成し、表面の凹凸を完全に埋め込む工程を行ない、次に、前記絶縁膜の表面を平坦化することを特徴とする窒化物半導体素子の製造方法。

【請求項 2】 埋め込み絶縁膜がシリコン酸化膜または、シリコン窒化膜を有することを特徴とする請求項 1 記載の窒化物半導体素子の製造方法。

【請求項 3】 埋め込み絶縁膜が、金属微粒子または半導体微粒子を含有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の窒化物半導体素子の製造方法。

【請求項 4】 平坦化工程が、CMP 法またはレジストエッチバック法で行われることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の窒化物半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光情報処理分野などへの応用が期待されている半導体レーザなどの窒化物半導体素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

V 族元素に窒素 (N) を有する窒化物半導体は、そのバンドギャップの大きさから、短波長発光素子の材料として有望視されている。中でも窒化ガリウム系化合物半導体 (GaN 系半導体: $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ ($0 \leq x, y, z \leq 1, x+y+z=1$)) は研究が盛んに行われ、青色発光ダイオード (LED)、緑色 LED が実用化されている。また、光ディスク装置の大容量化のために、400nm 帯に発振波長を有する半導体レーザ

が必要とされており、GaN系半導体を材料とする半導体レーザが注目され現在では実用レベルに達しつつある。

【 0 0 0 3 】

従来のGaN系半導体レーザの製造工程を図2を用いて説明する。

【 0 0 0 4 】

(a)まず、サファイア基板201上に有機金属気相成長法(MOVPE法)により、GaNバッファ層(図示せず)、n-GaN層202、n-AlGaInクラッド層203、n-GaN光ガイド層204、 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($0 < y < x < 1$)から成る多重量子井戸(MQW)活性層205、p-GaN第2光ガイド層206、p-AlGaInクラッド層207、p-GaNコンタクト層208からなる積層構造を形成する。

【 0 0 0 5 】

(b)次に、フォトリソグラフィによってp-GaNコンタクト層208上にストライプ状のレジストパターン(図示せず)を形成する。このレジストパターンをマスクとして、塩素系ガスを用いた反応性イオンエッチング法によって、p-GaNコンタクト層208とp-AlGaInクラッド層207の一部をエッチングし、基板表面に幅 $2\mu\text{m}$ 程度のリッジストライプを形成する。

【 0 0 0 6 】

さらに、フォトリソグラフィによって基板上に幅数十 μm から数百 μm の広いストライプ状のレジストパターン(図示せず)を、リッジストライプがレジストパターンに被覆されるような位置関係で、形成する。このレジストパターンをマスクとして、塩素系ガスを用いた反応性イオンエッチング法によって、基板表面のエッチングを行ない、n-GaN層202を露出させる。

【 0 0 0 7 】

レジストマスクを除去した後、例えば、 SiH_4 と N_2O を原料とするプラズマCVD法により、基板表面に膜厚数百～数千Åのシリコン酸化膜209を堆積させる。

【 0 0 0 8 】

シリコン酸化膜209の一部をエッチングして、リッジストライプ上部のp-GaNコンタクト層208とn-GaN層202を露出させ、p-GaNコンタクト層208上

には例えばNi/Auからなるp電極210、n-GaN層202上には例えばTi/Alからなるn電極211を形成する。

【0009】

(c)その後、基板をへき開し、チップに分離する。そして、チップをサブマウント212に実装する。サブマウント212は、SiC基板213と基板上のパターンニングされた配線214および配線上の半田215からなる。半田215を加熱して溶かしながら、チップをサブマウント212に押さえつけることにより、チップ表面のp電極210とn電極211をサブマウント上の配線214と接合する。

【0010】

本素子においてn電極とp電極の間に電圧を印可すると、MQW活性層205に向かってp電極210側からホールが、またn電極211側から電子が注入され、前記MQW活性層205内で光学利得を生じ、発振波長400nm帯のレーザ発振を起こす。MQW活性層205の材料であるGa_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN薄膜の組成や膜厚によって発振波長は変化する。現在室温以上での連続発振が実現されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、半導体レーザの信頼性を向上させるためには、素子の放熱性を良くすることが望ましい。その手法の一つとして、従来の技術で述べたように、pn接合に近い基板表面側を熱伝導性の良いサブマウントに接触させる、ジャンクションダウンという実装方法がある。

【0012】

しかしながら、サファイア基板上に作製した半導体レーザの場合、サファイアが絶縁体であるため、p電極とn電極をどちらも基板の表面側に形成せざるを得ず、これにともなって、基板表面に約2μm程度の段差が形成されてしまう。このように大きな段差が存在すると、デバイス側電極とサブマウント側電極を接合する半田に密着不良が発生することがある。

【0013】

本発明は前記の事情を鑑みてなされたものであり、サファイア基板上に形成される窒化物半導体レーザの組み立て歩留まりを向上できる製造方法を提供するものである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明の窒化物半導体素子の製造方法では、エッチングにより形成された凹凸を有する基板表面に、埋め込み絶縁膜を形成する工程と、これを平坦化する工程を有する。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

(実施の形態 1)

本発明によるのGaN系半導体レーザの製造工程を図 1 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

(a)まず、サファイア基板 1 0 1 上に有機金属気相成長法 (MOVPE法) により、GaNバッファ層 (図示せず)、n-GaN層 1 0 2、n-AlGaNクラッド層 1 0 3、n-GaN光ガイド層 1 0 4、 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($0 < y < x < 1$) から成る多重量子井戸 (MQW) 活性層 1 0 5、p-GaN第 2 光ガイド層 1 0 6、p-AlGaNクラッド層 1 0 7、p-GaNコンタクト層 1 0 8 からなる積層構造を形成する。

【 0 0 1 8 】

(b)次に、フォトリソグラフィによってp-GaNコンタクト層 1 0 8 上にストライプ状のレジストパターン (図示せず) を形成する。このレジストパターンをマスクとして、塩素系ガスを用いた反応性イオンエッチング法によって、p-GaNコンタクト層 1 0 8 とp-AlGaNクラッド層 1 0 7 の一部をエッチングし、基板表面に幅 $2 \mu\text{m}$ 程度、高さ $1 \mu\text{m}$ 程度のリッジストライプを形成する。

【 0 0 1 9 】

さらに、フォトリソグラフィによって基板上に幅数十 μm から数百 μm の広いストライプ状のレジストパターン (図示せず) を、リッジストライプがレジスト

パターンに被覆されるような位置関係で形成する。このレジストパターンをマスクとして、塩素系ガスを用いた反応性イオンエッチング法によって、基板表面の一部をエッチングし、n-GaN層 2 0 2 を露出させる。この工程でのエッチング膜厚は約 $1\ \mu\text{m}$ 程度である。その後、レジストマスクを除去する。

【 0 0 2 0 】

この結果、基板表面の一番標高の高い部分、すなわち、リッジストライプの頂上と、一番標高の低い部分、すなわち、n-GaN層 2 0 2 の露出部との段差は $2\ \mu\text{m}$ 程度となる。

【 0 0 2 1 】

(c) 次に、基板表面に埋め込み絶縁膜 1 0 9 として、例えば、 SiH_4 と N_2O を原料とするプラズマ CVD 法により、 $4\ \mu\text{m}$ 程度のシリコン酸化膜を堆積させる。この時、堆積させる膜厚は、それまでのエッチング工程によって基板表面に形成されていた段差（本実施例では $2\ \mu\text{m}$ ）より厚くするのが、本発明のポイントである。

【 0 0 2 2 】

(d) 次に、例えば、化学機械研磨法（CMP 法）を用いて、基板表面のシリコン酸化膜 1 0 9 を研磨し、基板表面を完全平坦化する。

【 0 0 2 3 】

(e) 次に、シリコン酸化膜 1 0 9 を部分的にエッチングして、p-GaN コンタクト層 1 0 8 と n-GaN 層 1 0 2 を露出させるコンタクトホールを形成する。そして、p-GaN コンタクト層 1 0 8 に至るコンタクトホールには、例えば Ni/Au からなる p 電極 1 1 0 を埋め込み、n-GaN 層 1 0 2 に至るコンタクトホールには、例えば Ti/Al からなる n 電極 1 1 1 を埋め込む。

【 0 0 2 4 】

(c) その後、基板をへき開し、チップに分離する。そして、チップをサブマウント 1 1 2 に実装する。サブマウント 1 1 2 は、例えば、 SiC 基板 1 1 3 と基板上にパターニングされた金属配線 1 1 4 および金属配線上の半田 1 1 5 からなる。半田 1 1 5 を加熱して溶かしながら、チップをサブマウント 1 1 2 に押さえつけることにより、チップ表面の p 電極 1 1 0 と n 電極 1 1 1 をサブマウントの

金属配線 114 と接合する。

【0025】

本素子において n 電極と p 電極の間に電圧を印可すると、MQW 活性層 105 に向かって p 電極 110 側からホールが、また n 電極 111 側から電子が注入され、前記 MQW 活性層 105 内で光学利得を生じ、発振波長 400nm 帯のレーザ発振を起こす。

【0026】

なお、本実施の形態では、埋め込み絶縁膜 109 の形成手法として、プラズマ CVD 法を用いたが、熱 CVD 法、光 CVD 法、スピコート法、スパッタ法など他の成膜手法を用いてもよい。

【0027】

なお、本実施の形態では、埋め込み絶縁膜 109 として、シリコン酸化膜を用いたが、絶縁性の高い材料であれば、例えばシリコン窒化膜や窒化アルミニウムなど、他の材料であってもよい。

【0028】

なお、埋め込み絶縁膜 109 として、熱伝導率の高い金属微粒子や半導体微粒子を含有する絶縁膜を用いると、素子の放熱特性を向上することができる。

【0029】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の GaN 系半導体素子は、素子表面が平坦であるため、組み立て工程において、半田の密着不良が発生しにくい。また、埋め込み絶縁膜として、熱伝導のよい金属微粒子や半導体微粒子を含有する材料を用いることで、素子の放熱特性を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態を示す GaN 系半導体レーザの製造工程を示す図

【図 2】

従来の GaN 系半導体レーザの製造工程を示す図

【符号の説明】

1 0 1 サファイア基板
 1 0 2 n-GaN層
 1 0 3 n-AlGa_Nクラッド層
 1 0 4 n-GaN光ガイド層
 1 0 5 Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN (0<y<x<1)から成る多重量子井戸 (MQW) 活性層

1 0 6 p-GaN第2光ガイド層
 1 0 7 p- AlGa_Nクラッド層
 1 0 8 p-GaNコンタクト層
 1 0 9 埋め込み絶縁膜
 1 1 0 p 電極
 1 1 1 n 電極
 1 1 2 サブマウント
 1 1 3 S i C 基板
 1 1 4 配線
 1 1 5 半田

2 0 1 サファイア基板
 2 0 2 n-GaN層
 2 0 3 n-AlGa_Nクラッド層
 2 0 4 n-GaN光ガイド層
 2 0 5 Ga_{1-x}In_xN/Ga_{1-y}In_yN (0<y<x<1)から成る多重量子井戸 (MQW) 活

性層

2 0 6 p-GaN第2光ガイド層
 2 0 7 p- AlGa_Nクラッド層
 2 0 8 p-GaNコンタクト層
 2 0 9 シリコン酸化膜
 2 1 0 p 電極
 2 1 1 n 電極
 2 1 2 サブマウント

213 SiC基板

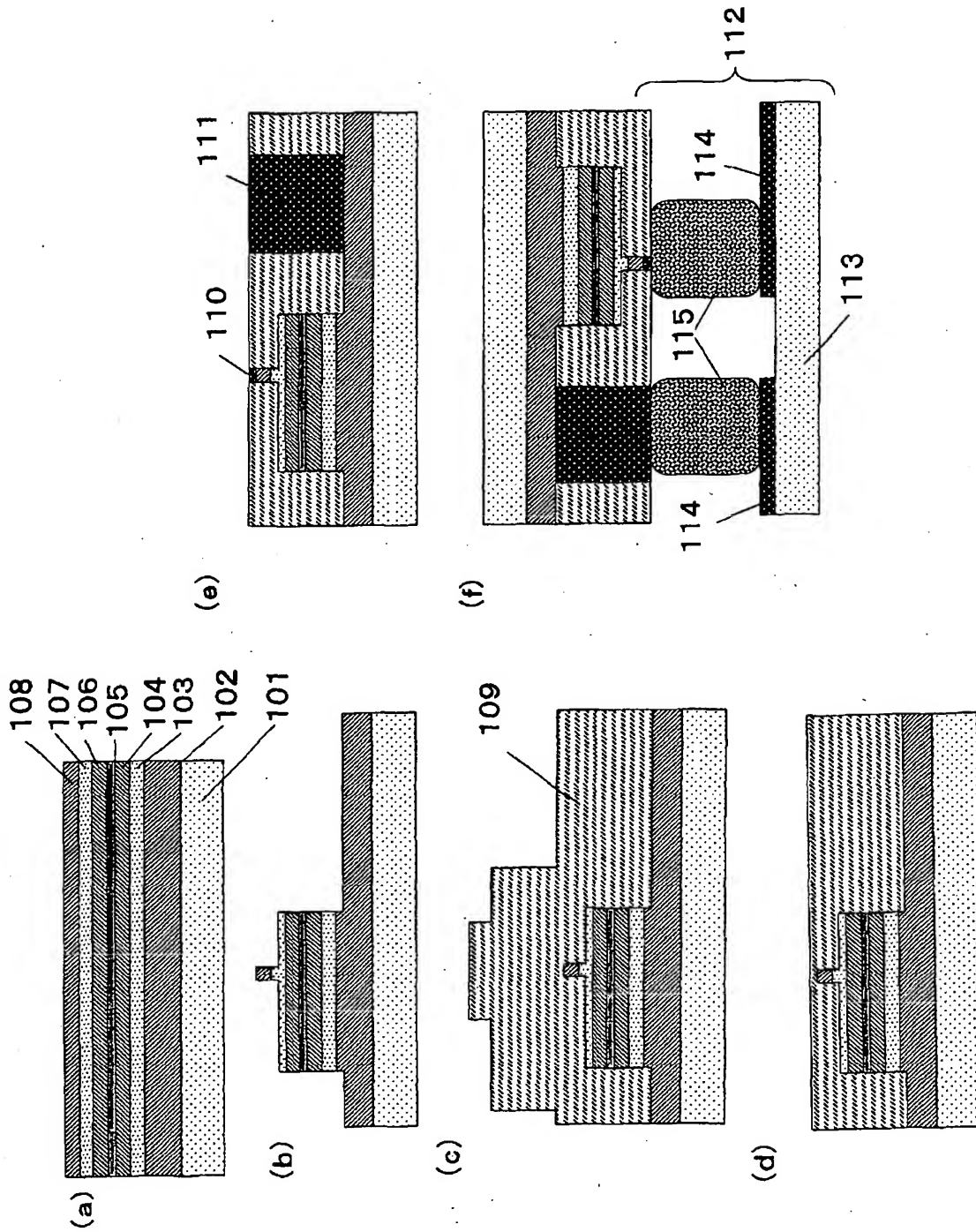
214 配線

215 半田

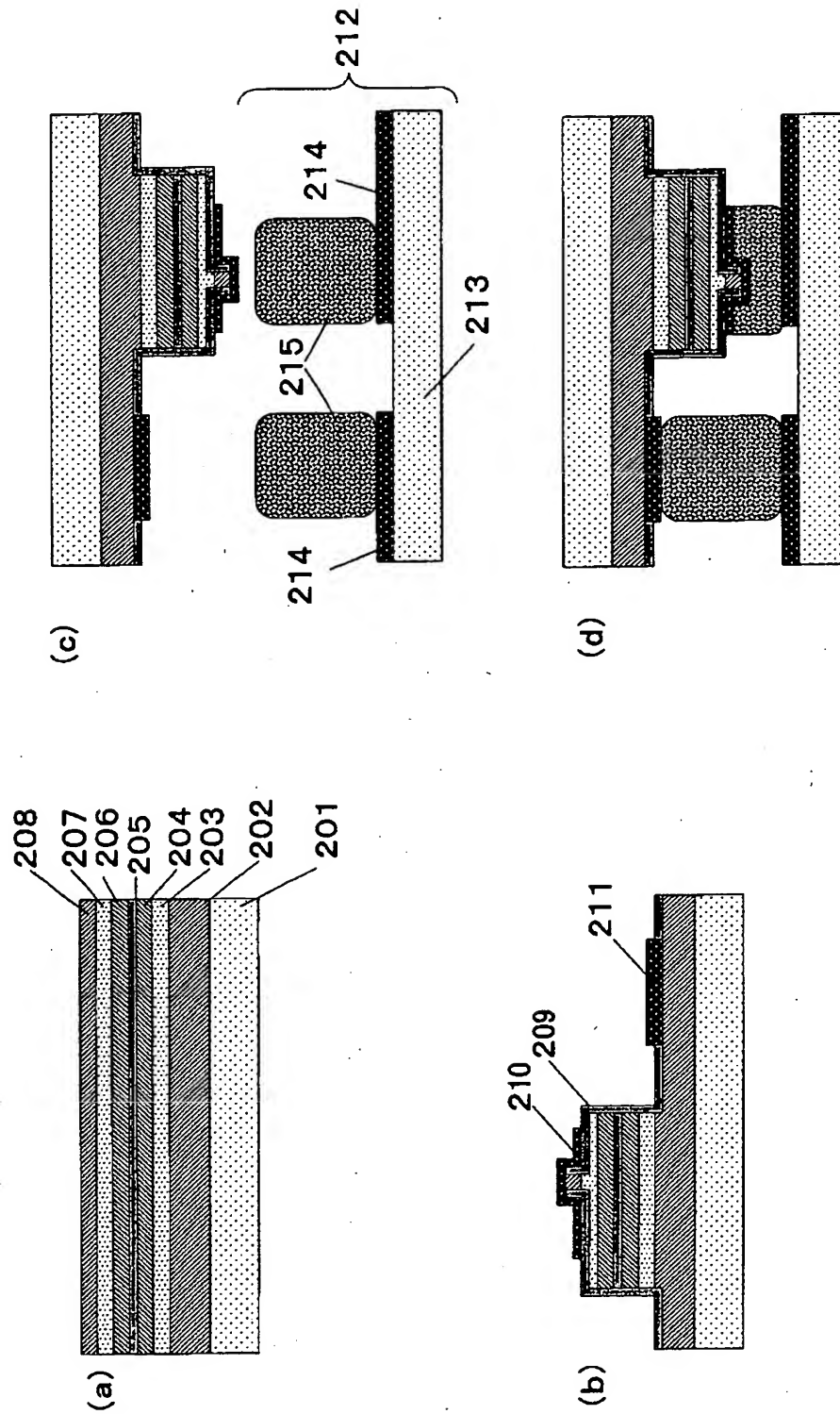
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 GaN系半導体レーザの組み立て歩留まりを向上させる。

【解決手段】 本発明の窒化物半導体素子の製造方法では、エッチングにより形成された凹凸を有する基板表面に埋め込み絶縁膜を形成する工程と、これを平坦化する工程を有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社